

## Mejora del proceso productivo en un enfoque lean utilizando la herramienta diagrama O-T en la empresa FundiNorte S.A.C.

### Improved production process using a lean approach the diagram tool in the company OT FundiNorte SAC

*José Bellodas, Cinthia Niño  
Miguel Vega, Brayan Martínez*

#### Resumen

El presente trabajo muestra la utilidad del diagrama O-T (operaciones-tiempo), para simular el desarrollo de procesos productivos. Mejorar el diseño de un sistema de producción, requiere determinar los parámetros claves del proceso como su lead time, eficiencia y productividad; analizando las relaciones entre ellas, para poder proceder a la mejora de procesos.

Para el desarrollo del presente artículo, se realizó un diagnóstico de la situación actual la empresa; posteriormente se realizó una implementación lean; también se utilizó el diagrama O-T en la primera etapa del proceso productivo el cual permite un seguimiento visual a lo largo de cada proceso.

El artículo relaciona e integra los costos, calidad y nivel de entrega de sus productos que tiene como consecuencia la reducción de lotes de producción en la primera etapa de las despulpadoras de café y las bombas de succión.

**Palabras clave:** Producción ajustada, diagrama O-T, eficiencia.

#### Abstract

This paper aims to show the usefulness of the diagram OT (operation-time), to simulate the development of production processes. To improve the design of a production system, you need to get the key process parameters as its lead time, efficiency and productivity; analyzing the relationships between them in order to proceed to process improvement.

For the application of this Article, a diagnosis of the current situation the company was made; subsequently performed a deployment read; OT is also a diagram used in the first stage of the production process which allows visual monitoring during each process.

This article represents an opportunity for the company FundiNorte be recognized regionally by successfully managing the challenges related to cost, quality and delivery standard for its products which has the effect of reducing production lot in the first stage of the coffee pulping and suction pumps, the results obtained are optimal for the production process of the first stage.

**Keywords:** Lean production, OT diagram, efficiency.

## Introducción

En la actualidad el diseño y la implantación de procesos de producción son considerados un problema cuyo planteamiento correcto es de suma importancia estratégica para todas las empresas.

FundiNorte S.A.C, tiene como visión elaborar productos de alta calidad, a un coste y tiempo de respuesta mínimos. La empresa se dedica a la fundición y maquinado de piezas, (actualmente despulpadoras de café y bombas de succión de 4 pulgadas). Sin embargo, presenta retraso de tiempo de entrega de piezas en sus áreas del sistema de producción.

En este artículo se analiza la situación de la empresa a través de la técnica de filosofía

de producción ajustada. El estudio se basa en la aplicación del diagrama O-T (operación-tiempo), para obtener los principales parámetros del proceso tales como el lead time (LT), tiempo de ciclo y la eficiencia del proceso productivo. La obtención de dichas variables sería muy compleja por medios analíticos.

La simulación del diagrama OT (operación – tiempo) permite ver la relación que existe entre las variables claves del proceso y parámetros como el tamaño de lote de transferencia (Lt) y por lo tanto permite optimizar los procesos para luego optar por la implantación más conveniente.

## Materiales y Métodos

Al mejorar una planta productiva, el sistema de gestión *lean* se centra en el estudio de los procesos, en la minimización de tiempos, la reducción de manipulaciones y la sincronización de sus operaciones en lugar de basarse en la optimización individual de operaciones productivas que a veces no llevan a la mejora de la eficiencia global.

Cuando se trata de planificar y controlar, la filosofía *lean* prefiere las herramientas visuales como el diagrama O–T, el diagrama value stream map o la metodología de las 5S (Cuatrecasas y Foruny, 2006) por lo que se ha optado por resolver el problema por medio del diagrama O-T (operación-tiempo).

El diagrama O-T (operación-tiempo), es la visualización de las operaciones de un proceso por medio de flechas a distinto nivel con una longitud igual a su tiempo de proceso, medido en una escala de tiempos en el eje horizontal del diagrama.

De acuerdo con los planteamientos y objetivos propuestos, proponemos que la implantación de un sistema de producción ajustada conste de las siguientes fases:

### a) Recogida de datos

El primer aspecto a analizar se referirá a los tiempos de procesamiento de ambos productos en los volúmenes de producción. (Tabla 1)

### b) Análisis de las operaciones y su flujo

Se identificarán las secuencias posibles y las atribuciones de valor de las operaciones. Con los diagramas de actividades de proceso (figura 3) y diagrama de flujo de producción de los productos (figura 2).

### c) Trazado del diagrama O-T (operación-tiempo)

Esta fase consiste en introducir toda la información recogida y analizada. Sin embargo, las operaciones del sistema operativo tienen unidades de medición diferentes, por lo cual se llevó a una misma unidad de medición (min/unid) por medio de la relación entre el tiempo requerido (minutos) y la cantidad de material a procesar (kilogramos) para las operaciones involucradas de ambos productos (tabla 2). Se obtuvo la identificación del tiempo de proceso (tp) y el tiempo de preparación (tprep) (tabla 3)

Con estos datos puede construirse el diagrama O-T, a partir del cual obtendremos los valores de las magnitudes que interesa conocer y controlar como el lead time, es el tiempo transcurrido desde que se inicia la primera operación hasta que finaliza la última (1).

$$LT = \Sigma(C \times Cp) \quad (1)$$

Donde:

- C: Ciclo del proceso (min/unid)
- Cp: Cantidad de unidades

Eficiencia, es ritmo de producción de los procesos, dicho de otro modo, a que porcentaje máxima se está operando en el sistema de producción. (2)

$$Ef = \frac{tp}{tp + te} \quad (2)$$

Donde:

- tp: Tiempo de procesamiento
- te: Tiempo de espera

Se traza para los lotes de producción de 100 unidades de despulpadora de café, en lotes de transferencia de 50 unidades, y para los lotes de producción de 40 unidades de bomba de succión de 4 pulgadas en un solo lote de transferencia de 40 unidades.

### a) Fase central de estudio y diseño

En esta etapa se plantea y decide los distintos aspectos de la nueva implantación, tomando el diagrama O-T como fuente de información y como representación de la nueva implementación lean. Dichos aspectos consisten en eliminar las actividades que no aportan valor, atacando el cuello de botella en la primera etapa del sistema productivo.

### b) Análisis de indicadores

Consiste en comparar ambas implantaciones, analizando los valores de las magnitudes relevantes del sistema productivo, lo que, a su vez, permitirá concluir en qué aspectos mejora una implantación lean a una convencional y, por supuesto, en qué condiciones puede interesar un enfoque u otro.

Además, en esta fase se evalúa el ahorro económico que generaría con la implementación lean en su sistema de producción.

## Resultados

### 3.1 Situación actual

En la parte superior de la figura 1 se visualiza el trazado del diagrama O-T de la situación actual de la primera etapa de ambos productos.

### 3.2.- Mejora

La mejora consiste en reducir el cuello de botella por medio de la eliminación de actividades que no aportan valor al proceso. Los tiempos para el trazado del diagrama O-T de la mejora se muestran en la tabla 3.

En la parte inferior de la figura 1 se visualiza el trazado del diagrama O-T de la mejora de la primera etapa de ambos productos.

**Tabla 3: Tiempos de proceso y preparación mejora**

	Operación	min/unid	
Despulpadora café	Moldeo (MD)	t p	16
		t. prep	1
	Fundición(FD)	t p	3
		t. prep	4
	Colado (CD)	t p	5
		t. prep	3
Bomba Succión 4 pulg.	Moldeo (MB)	t p	13
		t. prep	3
	Fundición(FB)	t p	3
		t. prep	4
	Colado (CB)	t p	2
		t. prep	1

Fuente: Elaboración propia

## Análisis de indicadores

Se realizó con la finalidad de identificar la variación de los indicadores ante la implementación *lean*.

En la tabla 3 se puede observar la comparación de indicadores en la primera etapa del proceso de producción de despulpadoras de café.

**Tabla 3: Comparación de indicadores en la primera etapa despulpadora de café.**

	Actual	Mejora	Variación
T. procesamiento (min)	28	22	6
T. espera (min)	4400	2900	1500
Eficiencia (%)	38,8	43,1	+4,3
Productividad (unid/h)	1	1,2	+0,2
Lead time (min)	7500	5300	2200

Fuente: Elaboración propia

A continuación se muestra la comparación de los indicadores en la primera etapa del proceso de producción de bombas de succión.

**Tabla 4: Comparación de indicadores en la primera etapa de bomba de succión**

	Actual	Mejora	Variación
T. procesamiento (min)	26	18	8
T. espera (min)	1800	1200	600
Eficiencia (%)	37,5	37,5	0
Productividad (unid/h)	1	1,3	0,3
Lead time (min)	1960	1400	560

Fuente: Elaboración propia

## Evaluación del ahorro anual

En la tabla 5 se puede observar el ahorro anual que genera la implementación *lean*.

**Tabla 5: Ahorro anual de ambos productos**

	Bomba succión de 4 pulgadas	Despulpadora café
Costo totales	s/.9900,00	s/.9900,00
Min. Disp.	31795,2	75945,6
Costo x min.	s/.0,3	s/.0,13
Ahorro en tiempo por unidad	8	6
Ahorro en dinero por unidad	24	0,78
Ahorro por mes	s/.960	s/.78
Ahorro por año	s/.11520	s/.3120

Fuente: Elaboración propia

## Discusión

El fruto de la implementación en un enfoque *lean* es:

El total de los lead time de los distintos procesos se ha reducido en 57,8%.

El total del tiempo de espera disminuye en 34,1%,

La aplicación de la filosofía *lean* es favorable en la rapidez de respuesta a la demanda del mercado.

La eficiencia aumentó un 4,3% para la producción de piezas de despulpadora de café, en cambio para la producción de piezas de bomba de succión no cambian, ya que el ritmo de producción no sufre variación alguna.

Un punto a favor de la implementación es la reducción de los ciclos de fabricación en un 21,4% en despulpadora de café y 30,7% para la bomba de succión, generando un ahorro anual de s/.14 640,00 (Tabla 5) para la empresa.

La empresa deberá capacitar a su personal con formación polivalente, para que operen en distintos procesos así mismo hacerse cargo de todas las operaciones o llevarse a cabo conjuntamente con otros trabajadores.

Además la empresa accederá a la flexibilidad total para adaptar la producción

en productos y cantidades producidas a las necesidades de la demanda de su mercado.

La calidad ha sido implantada de forma que quede asegurada, ya que el personal no sentirá presionado en cumplir los pedidos, dando un aseguramiento total de la calidad en las piezas de ambos productos.

### Referencias Bibliográficas

- Cuatrecasas L. y Fortuny. 2007. "Internacional conferencia on Industrial Management – CIO", conferencia presentada en el seminario "El diagrama O-T. Una herramienta visual para la optimización de proceso en un entorno lean", 8-9 septiembre, 2007 en Madrid, España.
- Cuatrecasas, L., Consolación. 2003. "V Congreso de Ingeniería de Organización Valladolid". Conferencia presentada en el seminario "Modelo para el análisis comparativo entre el management convencional y el lean management en los procesos de producción. Aplicación a un caso de ensamblaje", 4-5 Septiembre, 2003 en Valladolid, España.
- Quesada H., Buehlman U., Arias E., 2012. "Pensamiento Lean: Ejemplos y Aplicaciones en la industria de Productos de Madera"; Virginia Cooperative Extension; publication ANR-17S.
- Espejo M., Moyano J. (2007). "Lean Production: Estado Actual y Desafíos Futuros de la Investigación", Investigaciones Europeas de dirección y economía de la empresas. Vol. 13, N°2, pp. 179-202, ISSN: 1135-2523.
- Fortuny, J., Cuatrecasas LL., (2008), Cuatrecasas O., Olivella J., "Metodología de implantación de la gestión lean en plantas industriales"; Universia Business Review. ISSN: 1698-5117.
- González A., Velázquez S. (2012). "Mapa de cadena de valor implementado en la empresa Agronopal ubicada en el D.F.", Ingeniería-Revista Académica de la Facultad de Ingeniería, Universidad Autónoma de Yucatán, Vol. 16, N°1, ISSN 1665-529.
- Espejo, M., Moyano, J., (2007), Lean production: Estado actual y desafíos futuros de la investigación. (Citado 15 de octubre 2014), <http://redalyc.uaemex.mx/src/inicio/ArtPdfRed.jsp?iCve=21210504>.
- Gonzales, P. (2008). Teoría de las restricciones y la mecánica del Throughput Accounting (TA) Una aproximación a un modelo gerencial para toma de decisiones: caso compañía de Cemento Andino S.A. Universidad del Valle. 9.210-228,

## ANEXOS

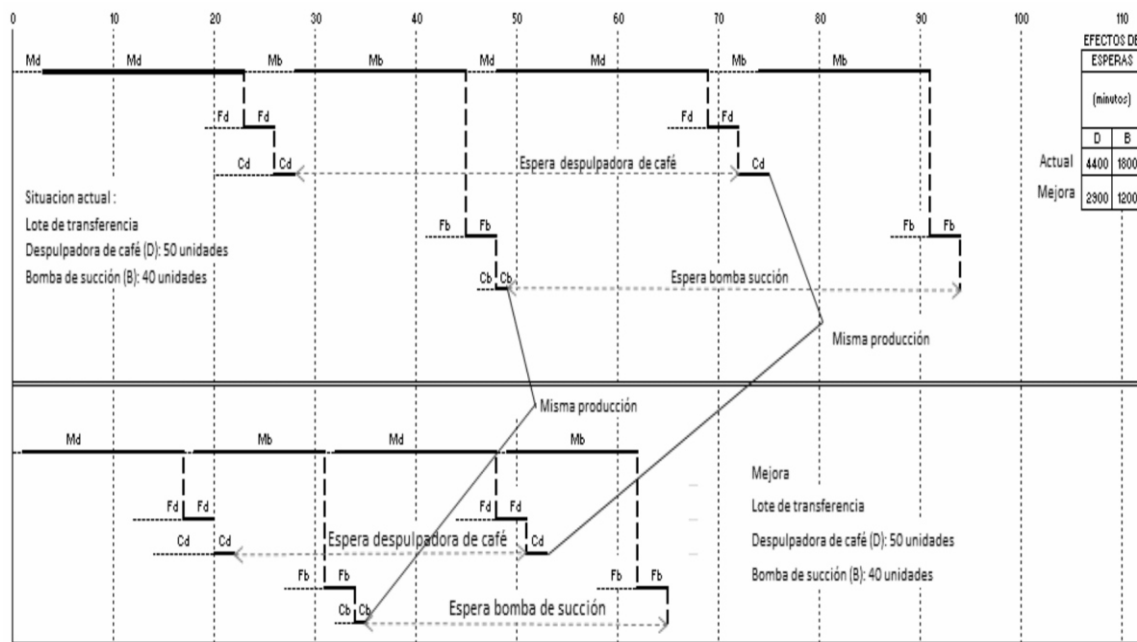


Figura 1: Diagrama O-T situación actual y mejora  
Fuente: Elaboración propia

Tabla 1. Tiempos de procesamiento en la primera etapa de ambos productos

OPERACIONES	Despulpadora de café	Bomba de succión 4 pulgadas
	hora/lote	hora/lote
<b>Moldeo</b>	20	13
<b>Fundición</b>	3	3
<b>Colado</b>	7,5	2
<b>Solidificado</b>	12	12

\* Proceso de solidificación se encuentra fuera del tiempo operativo disponible  
Fuente: Elaboración propia

Tabla 2. Tiempos por unidad de la primera etapa en ambos productos

Operaciones	Actividades	Despulpadora de café	Bomba de succión de 4 pulgadas
		min/unid	min/unid
<b>Moldeado</b>	Transporte de arena	1	0,71
	Zarandeo	1	1,06
	Mezclado	1	0,71
	Moldeo	16	12,78
	Ajunte de moldes	5	4,26
<b>Fundición</b>	Carga de carbón	0,12	0,1
	Preparación del horno	0,22	0,2
	Calentado del horno	3	3
	Carga del metal	1	1
	Fundición	3	3
<b>Colado</b>	Recepción del metal fundido	3	1
	Transporte	2,75	0,75
	Colado	2,25	1,2

Fuente: Elaboración propia

Tabla 3: Tiempos de proceso y preparación situación actual

	Operación	min/unid
<b>Despulpadora de café</b>	<b>Moldeo (MD)</b>	t p 20
		t. prep 3
	<b>Fundición(FD)</b>	t p 3
		t. prep 4
	<b>Colado (CD)</b>	t p 5
		t. prep 3
<b>Bomba Succión 4 pulg.</b>	<b>Moldeo (MB)</b>	t p 19
		t. prep 1
	<b>Fundición(FB)</b>	t p 3
		t. prep 4
	<b>Colado (CB)</b>	t p 2
		t. prep 1

Fuente: Elaboración propia